

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 31 251 A 1

51 Int. Cl. 7:  
F 02 D 17/02  
F 02 B 33/36

21 Aktenzeichen: 198-31 251.2  
22 Anmeldetag: 11. 7. 1998  
43 Offenlegungstag: 13. 1. 2000

DE 198 31 251 A 1

71 Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Herold, Armin, Dipl.-Ing. (FH), 71540 Murrhardt, DE;  
Lückert, Peter, Dipl.-Ing., 71332 Waiblingen, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 44 34 777 C1  
DE 38 24 406 C1  
DE 44 34 776 A1  
DE 42 29 722 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Aufladbare Brennkraftmaschine mit Zylinderabschaltung

57 Eine aufladbare Brennkraftmaschine mit Zylinderabschaltung, bei der eine erste Zylindergruppe im gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine arbeitet und eine zweite Zylindergruppe bedarfsabhängig abgeschaltet oder zugeschaltet ist, soll hinsichtlich ihrer Ansprechdynamik beim Zuschalten der zweiten Zylindergruppe verbessert werden.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß ein Abgasturbolader vorgesehen ist, der ausschließlich zur Aufladung der ersten Zylindergruppe dient, und daß ein mechanischer Lader vorgesehen ist, der ausschließlich zur Aufladung der zweiten Zylindergruppe dient.

DE 198 31 251 A 1

Die Erfindung betrifft eine aufladbare Brennkraftmaschine mit Zylinderabschaltung, bei der eine erste Zylindergruppe im gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine arbeitet und eine zweite Zylindergruppe bei Bedarf zuschaltbar ist.

Um den Kraftstoffverbrauch insbesondere bei leistungsstarken Brennkraftmaschinen von Nutzfahrzeugen zu reduzieren, können diese Brennkraftmaschinen mit einer Zylinderabschaltung ausgestattet sein, wobei eine Gruppe von Zylindern leistungsabhängig zuschaltbar bzw. abschaltbar ist. Da außerdem moderne Brennkraftmaschinen hinsichtlich ihrer Schadstoffemissionen derart optimiert sind, daß sie in einem relativ hohen Lastbereich minimale Emissionswerte aufweisen, dient die Zylinderabschaltung auch zur Schadstoffreduktion. Denn die abgeschalteten Zylinder erzeugen keine Schadstoffe, und die nicht abgeschalteten Zylinder werden aufgrund der Abschaltung stärker belastet und können in dem emissionsoptimierten hohen Lastbereich arbeiten. Bei diesen Brennkraftmaschinen ist dann bspw. beim Start oder im Leerlauf- und Teillastbetrieb nur ein Teil der Zylinder an der Leistungsentfaltung beteiligt. Eine solche Brennkraftmaschine ist bspw. aus der DE 33 09 434 C1 bekannt.

Aus der DE 36 33 405 A1 ist außerdem eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art bekannt, die eine im gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine arbeitende erste Zylindergruppe und eine in Teillastbereichen abgeschaltete und bei Bedarf zuschaltbare zweite Zylindergruppe aufweist, wobei außerdem zur Leistungssteigerung der Brennkraftmaschine jeder Zylindergruppe ein separater Abgasturbolader zugeordnet ist. Dabei wird der der ersten Zylindergruppe zugeordnete Turbolader von den Abgasen der ersten Zylindergruppe angetrieben, während der zur Aufladung der zweiten Zylindergruppe dienende andere Turbolader durch die Abgase der zweiten Zylindergruppe angetrieben wird. Beim Übergang vom Teillastbetrieb, bei dem die zweite Zylindergruppe abgeschaltet ist, zum Vollastbetrieb, bei dem sämtliche Zylinder der Brennkraftmaschine arbeiten, benötigen die Zylinder der zweiten Zylindergruppe zunächst eine Anlaufphase, während der auch der zugehörige Abgasturbolader seinen Betrieb aufnimmt. Da die Turbine des Abgasturboladers erst ab einer bestimmten Strömungsgeschwindigkeit ihre Leistung entwickeln kann, beginnt die Leistungssteigerung durch die Aufladung der Ladeluft für die zweite Zylindergruppe erst nach einer spürbaren zeitlichen Verzögerung. Eine derartige, mit zwei Abgasturboladern aufladene Brennkraftmaschine weist daher beim Zuschalten der zweiten Zylindergruppe ein träges Ansprechverhalten auf.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, eine Brennkraftmaschine der eingangs genannte Art hinsichtlich ihres Ansprechverhaltens beim Zuschalten der zweiten Zylindergruppe zu verbessern.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Die Erfindung beruht dabei auf dem allgemeinen Gedanken, die ständig arbeitenden Zylinder der ersten Zylindergruppe mit einem konventionellen Abgasturbolader aufzuladen und für die Aufladung der bedarfsabhängig zuschaltbaren Zylinder der zweiten Zylindergruppe einen herkömmlichen mechanischen Lader vorzusehen. Die Verwendung eines konventionellen mechanischen Laders bewirkt bereits bei kleinen Drehzahlen bzw. unmittelbar nach dessen Zuschaltung eine spürbare Aufladung und Leistungssteigerung der zugeschalteten Zylinder der zweiten Zylindergruppe. Daher können die zuschaltbaren Zylinder bereits unmittel-

bar nach ihrer Zuschaltung die erforderliche Leistung entfalten. Die erfindungsgemäß ausgebildete Brennkraftmaschine weist somit eine hohe Ansprechdynamik auf, so daß erforderliche zusätzliche Leistung nahezu ohne Zeitverzögerung zur Verfügung steht.

Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine kann der mechanische Lader abschaltbar mit einem auch bei abgeschalteter zweiter Zylindergruppe angetriebenen Antriebsstrang der Brennkraftmaschine gekoppelt sein. Diese Maßnahme bewirkt, daß im Teillastbereich der mechanische Lader abgeschaltet werden kann, wobei dann keine unnötige Leistung zum Antrieb des nicht benötigten Laders verbraucht werden muß. Außerdem bietet die Kopplung an einen auch bei abgeschalteter zweiter Zylindergruppe angetriebenen Antriebsstrang der Brennkraftmaschine die Möglichkeit, daß der mechanische Lader unmittelbar nach seinem Zuschalten eine effektive Aufladung der Ladeluft für die Zylinder der zweiten Zylindergruppe bewirkt.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Brennkraftmaschine ist es außerdem möglich, den Abgasturbolader hinsichtlich seiner Dimensionierung auf den Durchsatz des Gesamthubvolumens der ersten Zylindergruppe auszulegen, wodurch die erste Zylindergruppe in einem großen Betriebsbereich der Brennkraftmaschine eine maximale Leistungsentfaltung aufweist. In entsprechender Weise kann der mechanische Lader hinsichtlich seiner Dimensionierung auf den Durchsatz des Gesamthubvolumens der zweiten Zylindergruppe ausgelegt werden, wodurch im Vollastbereich eine maximale Leistungsentwicklung beider Zylindergruppen gewährleistet werden kann.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den nachfolgenden Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehenden noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mit vier Zylindern, die in einer Reihe angeordnet sind,

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mit acht Zylindern, die in zwei Reihen zu je vier Zylindern angeordnet sind, und

Fig. 3 eine Prinzipdarstellung einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mit acht Zylindern, die in zwei Reihen zu jeweils vier Zylindern angeordnet sind.

Entsprechen den Fig. 1, 2 und 3 weist eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine mehrere Zylinder 1 auf, die in eine erste Zylindergruppe (2), deren Zylinder 2 ohne Schraffur dargestellt sind, und eine zweite Zylindergruppe (3) eingeteilt sind, deren Zylinder 3 schraffiert dargestellt sind.

Die Zylinder 2 der ersten Zylindergruppe (2) arbeiten in sämtlichen Betriebsphasen der Brennkraftmaschine. Im Unterschied dazu sind die Zylinder 3 der zweiten Zylindergruppe (3) bedarfsabhängig ab- bzw. zuschaltbar. Die abschaltbaren Zylinder 3 werden bspw. im Teillastbetrieb, beim Bremsbetrieb, im Leerlauf oder beim Start der Brenn-

kraftmaschine abgeschaltet, um zum einen Kraftstoff zu sparen und um zum anderen zumindest bei Dieselmotoren die Kohlenwasserstoff-Emissionen zu reduzieren. Denn durch die Abschaltung der Zylinder 3 der zweiten Zylindergruppe (3) werden die nicht abgeschalteten Zylinder 2 der ersten Zylindergruppe (2) stärker belastet, wodurch diese in einem Betriebsbereich arbeiten können, der hinsichtlich der Schadstoffemissionswerte optimiert ist.

Die Zylinder 2 der ersten Zylindergruppe (2) werden mit Hilfe eines Abgasturboladers 4 aufgeladen. Dabei wird über eine erste Ansaugleitung 5 Frischluft angesaugt, die in einem Verdichter 6 des Abgasturboladers 4 komprimiert und auf das Druckniveau der Ladeluft gebracht wird. Nach dem Verdichten 6 des Abgasturboladers 4 wird die erzeugte Ladeluft über eine erste Ladeluftleitung den Zylindern 2 der ersten Zylindergruppe (2) zugeführt. Nach der Verbrennung werden die Abgase über eine erste Abgasleitung 8 einer Turbine 9 des Abgasturboladers 4 zugeführt, in der sie entspannt werden. Nach der Turbine 9 des Abgasturboladers 4 werden die entspannten Abgase mit Hilfe einer Leitung 10 bspw. einem nicht dargestellten Abgasstrang zugeleitet. Die durch die Abgase angetriebene Turbine 9 treibt ihrerseits den Verdichter 6 an.

Die Strömungsrichtung der Gase in der ersten Ansaugleitung 5, in der ersten Ladeluftleitung 7, in der ersten Abgasleitung 8 und in der Leitung 10 ist durch ausgefüllte Pfeile symbolisiert.

Für die Aufladung der Zylinder 3 der zweiten Zylindergruppe (3) ist ein mechanischer Lader 11 vorgesehen. Der mechanische Lader 11 ist dabei mit einem Antriebsstrang 12 der Brennkraftmaschine gekoppelt, so daß der Lader 11 durch diesen Antriebsstrang 12 antreibbar ist. Der Antriebsstrang 12 ist dabei derart mit der Brennkraftmaschine gekoppelt, daß er auch bei abgeschalteten Zylinder 3 der zweiten Zylindergruppe (3) eine Antriebsleistung aufweist bzw. abgeben kann. Die Ankopplung des mechanischen Laders 11 an den Antriebsstrang 12 erfolgt dabei über eine schaltbare Kupplung 13, mit deren Hilfe der mechanische Lader 11 ein- bzw. ausgeschaltet werden kann. Üblicherweise treibt der Antriebsstrang 12 weitere, nicht dargestellte Aggregate der Brennkraftmaschine an, wie z. B. eine Lichtmaschine, eine Wasserpumpe. Falls der Antriebsstrang 12 ausschließlich zum Antrieb des mechanischen Laders 11 vorgesehen ist, kann die Kupplung 13 statt an der Ausgangsseite des Antriebsstranges 12 auch an dessen Eingangsseite angeordnet sein.

Wenn der mechanische Lader 11 eingeschaltet ist, saugt er über eine zweite Ansaugleitung 14 Frischluft an. Diese wird im mechanischen Lader 11 verdichtet und zur Ladeluft aufgeladen, die über eine zweite Ladeluftleitung 15 (in der Ausführungsform entsprechend Fig. 3 sind zwei zweite Ladeluftleitungen 15 vorgesehen) den Zylindern 3 der zweiten Zylindergruppe (3) zugeführt wird. Nach der Verbrennung in den Zylindern 3 der zweiten Zylindergruppe (3) werden die Abgase in einer zweiten Abgasleitung 16 gesammelt und einer nicht dargestellten Abgasreinigungseinrichtung zugeleitet (die Ausführungsform entsprechend Fig. 3 weist zwei zweite Abgasleitungen 16 auf). Vorzugsweise werden die Abgase der ersten Zylindergruppe (2) und der zweiten Zylindergruppe (3) in einer gemeinsamen Abgasreinigungseinrichtung gesäubert.

Die Strömungsrichtung der Gase in der zweiten Ansaugleitung 14, in der zweiten Ladeluftleitung 15 und in der zweiten Abgasleitung 16 ist durch nur mit ihrer Umfangslinie dargestellten Pfeile symbolisiert.

Entsprechend Fig. 1 ist die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsform als Vier-Zylinder-Reihenmotor ausgebildet, wobei die Zylinder 1 in ei-

ner Reihe 17 abwechselnd der ersten Zylindergruppe (2) und der zweiten Zylindergruppe (3) zugeordnet sind. Ebenso ist eine andere Zuordnung oder Aufteilung der Zylinder 1 möglich.

Der für den Antrieb des mechanischen Laders 11 vorgesehene Antriebsstrang 12 wird über eine symbolisch dargestellte Kurbelwelle 18 der Zylinderreihe 17 permanent angetrieben. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß der Antriebsstrang 12 auch bei abgeschalteten Zylindern 3 der zweiten Zylindergruppe (3) Antriebsleistung zur Verfügung stellen kann. Aufgrund dieser Anordnung ist es möglich, im Bedarfsfall die abgeschalteten Zylinder 3 rasch mit hoher Leistung hinzuzuschalten, wobei durch den über die Kupplung 13 dann zugeschalteten mechanischen Lader 11 der erforderliche Ladedruck ohne große Zeitverzögerung aufgebaut werden kann, so daß die zugeschalteten Zylinder 3 sehr schnell die geforderte Zusatzleistung erbringen können. Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine weist daher eine besonders hohe Ansprechdynamik beim Zuschalten der abschaltbaren Zylinder 3 auf.

Entsprechend Fig. 2 weist die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine bei einer zweiten Ausführungsform acht Zylinder 1 auf, die in zwei Reihen 19 und 20 angeordnet sind. Vorzugsweise ist ein derartiger Acht-Zylinder-Motor als V-Motor ausgebildet, wobei dann die Zylinderreihen 19 und 20 üblicherweise als erste Zylinderbank 19 und zweite Zylinderbank 20 bezeichnet werden.

Bei dieser speziellen Ausführungsform sind die Zylinder 2 der ersten Zylindergruppe (2) der ersten Zylinderreihe bzw. ersten Zylinderbank 19 zugeordnet, während die abschaltbaren Zylinder 3 der zweiten Zylindergruppe (3) der zweiten Zylinderreihe bzw. der zweiten Zylinderbank 20 zugeordnet sind. In diesem Fall wird der Antriebsstrang 12 über eine symbolisch dargestellte Kurbelwelle 21 der ersten Zylinderbank 19 angetrieben. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß ständig eine Antriebskraft zum Antrieb des mechanischen Laders 11 zur Verfügung gestellt werden kann.

Bei der in Fig. 3 dargestellten dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine handelt es sich wie bei der Ausführungsform entsprechend Fig. 2 um einen Acht-Zylinder-Motor, dessen Zylinder 1 in zwei Reihen 22 und 23 bzw. bei einem V-Motor in zwei Zylinderbänken 22 und 23 angeordnet sind. Im Unterschied zu der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform sind bei der Ausführungsform entsprechend Fig. 3 in jeder Zylinderreihe bzw. Zylinderbank 22 und 23 sowohl dauernd aktive Zylinder 2 als auch abschaltbare Zylinder 3 angeordnet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel werden die abschaltbaren Zylinder 3 der ersten Zylinderbank 22 und die abschaltbaren Zylinder 3 der zweiten Zylinderbank 23 mit separaten zweiten Ladeluftleitungen 15 mit Ladeluft versorgt. Ebenso ist eine Ausgestaltungsform möglich, bei der eine zentrale zweite Ladeluftleitung in entsprechender Weise aufgezweigt ist. Auch werden die Abgase der abschaltbaren Zylinder der beiden Zylinderbänke 22 und 23 mit zwei zweiten Abgasleitungen 16 abgeführt, die insbesondere zusammengeführt werden können.

Bei der Ausführungsform entsprechend Fig. 3 wird der für den Antrieb des mechanischen Laders 11 verwendete Antriebsstrang 12 von einer symbolisch dargestellten Kurbelwelle 24 einer der beiden Zylinderreihen 22 oder 23, hier von der Zylinderreihe 22, angetrieben.

#### Patentansprüche

1. Aufladbare Brennkraftmaschine mit Zylinderabschaltung, bei der eine erste Zylindergruppe im gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine arbeitet und eine zweite Zylindergruppe bedarfsabhängig abge-

schaltet oder zugeschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Abgasturbolader (4) vorgesehen ist, der ausschließlich zur Aufladung der ersten Zylindergruppe (2) dient, und daß ein mechanischer Lader (11) vorgesehen ist, der ausschließlich zur Aufladung der zweiten Zylindergruppe (3) dient. 5

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mechanische Lader (11) abschaltbar mit einem auch bei abgeschalteter zweiter Zylindergruppe (3) angetriebenen Antriebsstrang (12) der Brennkraftmaschine gekoppelt ist. 10

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplung des mechanischen Laders (11) an den Antriebsstrang (12) mit einer schaltbaren Kupplung (13) erfolgt. 15

4. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Zylindergruppe (2) eine erste Ladeluftzuführung (7) und eine erste Abgasabführung (8) aufweist und daß die zweite Zylindergruppe (3) eine zweite Ladeluftzuführung (15) und eine zweite Abgasabführung (16) aufweist. 20

5. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Brennkraftmaschine mit in zwei Reihen (19, 20) angeordneten Zylindern (1) eine erste Zylinderreihe (19) die erste Zylindergruppe (2) enthält und eine zweite Zylinderreihe (20) die zweite Zylindergruppe (3) enthält. 25

6. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgasturbolader (4) hinsichtlich des Gesamthubvolumens der ersten Zylindergruppe (2) dimensioniert ist. 30

7. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mechanische Lader (11) hinsichtlich des Gesamthubvolumens der zweiten Zylindergruppe (3) dimensioniert ist. 35

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

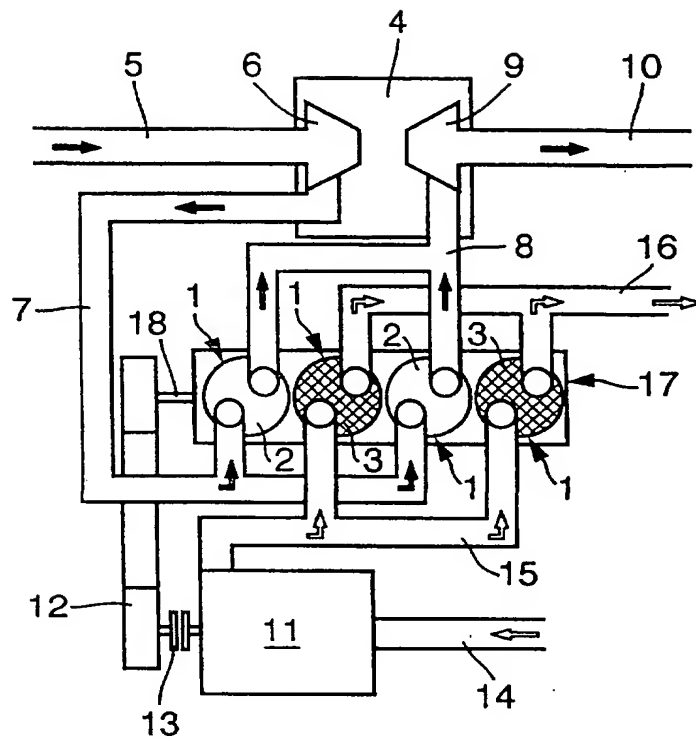


Fig. 1

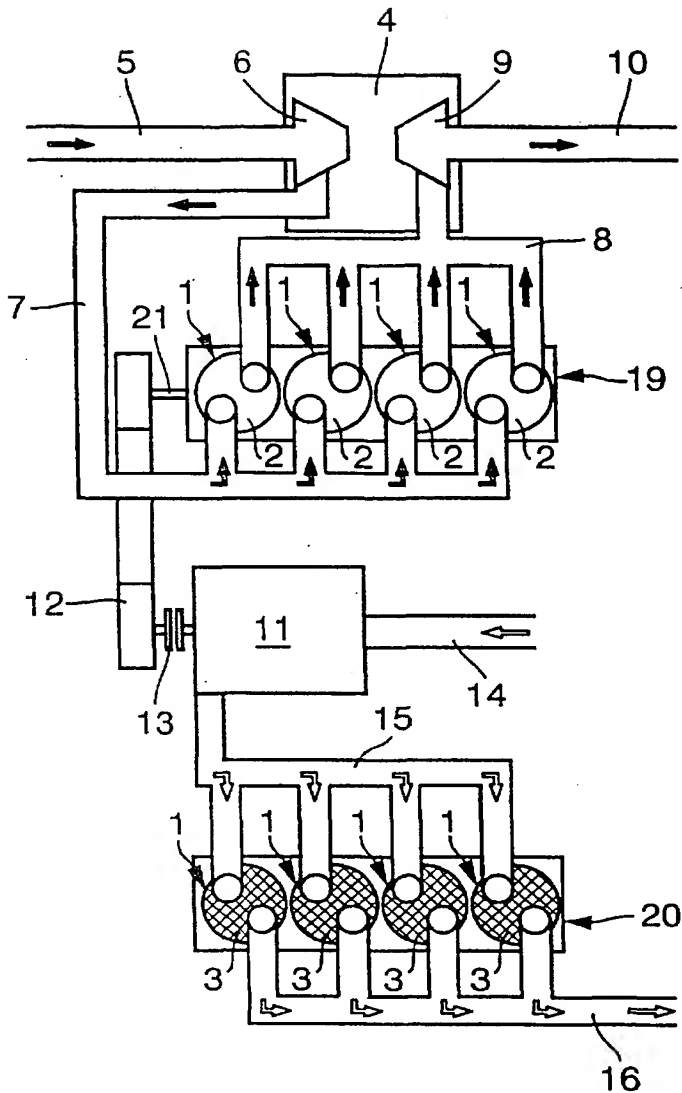


Fig. 2

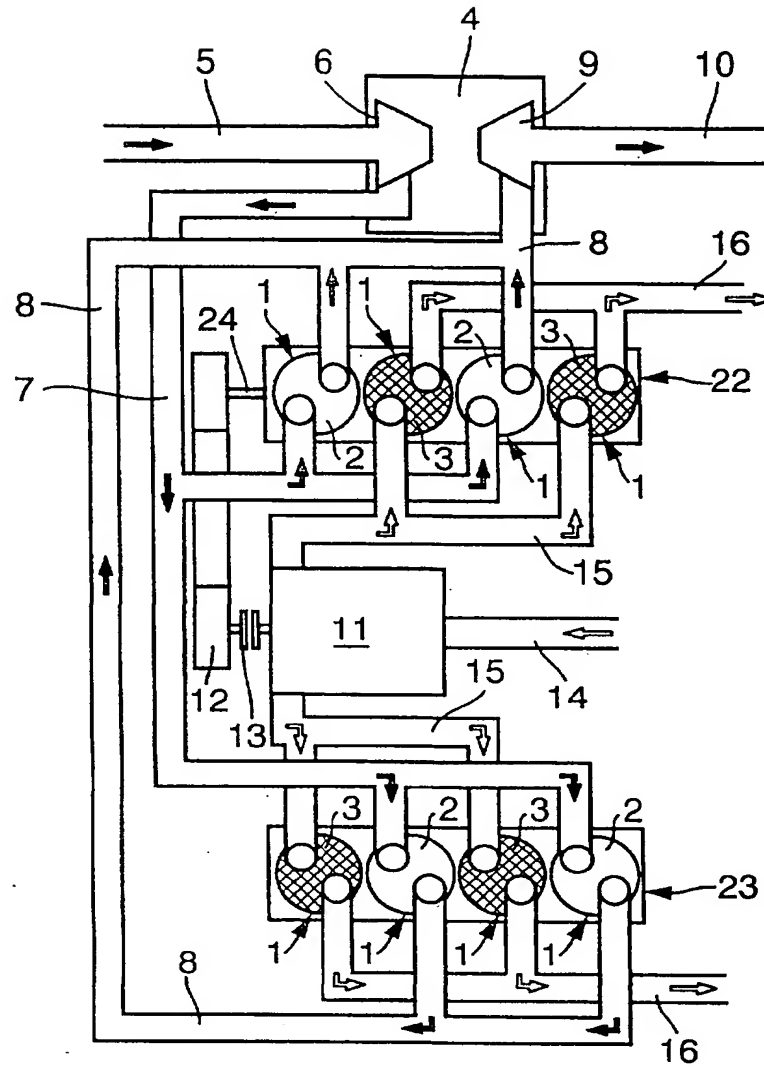


Fig. 3